

Car braking installation**BEST AVAILABLE COPY**

Patent number: DE19750977
Publication date: 1999-06-02
Inventor: ROES KARL-HEINZ DIPL ING (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- **international:** B60T13/44; B60T8/44
- **european:** B60T8/44B; B60T7/04B; B60T8/32D14; B60T8/32D14D;
B60T8/48B4B2; B60T13/44
Application number: DE19971050977 19971118
Priority number(s): DE19971050977 19971118

Abstract of DE19750977

A car braking installation has a brake booster (20) located between a brake pedal (10) and a master cylinder which can be operated by the brake pedal dependent on the driver's wish. There is at least one sensor device (30,32) by which the operational displacement of the brake pedal can be detected. There is a control device (40,50) by which the brake booster can be controlled depending upon the detected displacement by the sensor device(s) and independently of the operating force on the brake pedal. There is a pedal displacement simulator located between the brake pedal and the brake booster by which a restoring force can be simulated upon the brake pedal, independently of an operation of the brake booster.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 50 977 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 60 T 13/44
B 60 T 8/44

②① Aktenzeichen: 197 50 977.0
②② Anmeldetag: 18. 11. 97
④③ Offenlegungstag: 2. 6. 99

DE 197 50 977 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Röß, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 73061 Ebersbach, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE	44 18 584 C1
DE	1 95 14 382 A1
DE	38 31 667 A1
US	53 72 409

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Bremsanlage

- ⑤⑦ Eine Kraftfahrzeug-Bremsanlage mit einem zwischen einem Bremspedal und einem Hauptbremszylinder angeordneten Bremskraftverstärker, der fahrerwunschabhängig durch das Bremspedal betätigbar ist, ist gekennzeichnet durch
- wenigstens ein Sensormittel, durch welches der Betätigungsweg des Bremspedals erfaßbar ist,
 - eine Steuereinrichtung, durch welche der Bremskraftverstärker abhängig von dem durch das wenigstens eine Sensormittel erfaßten Betätigungsweg und unabhängig von der Betätigungskraft des Bremspedals ansteuerbar ist, und
 - ein zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker angeordneter Pedalwegsimulator, durch welchen eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers simulierbar ist.

DE 197 50 977 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeug-Bremsanlage mit einem zwischen einem Bremspedal und einem Hauptbremszylinder angeordneten Bremskraftverstärker, der fahrerwunschabhängig durch das Bremspedal betätigbar ist.

Eine derartige Kraftfahrzeug-Bremsanlage geht beispielsweise aus der DE 195 14 382 A1 sowie der US 5 372 409 hervor.

Der überwiegende Teil von Kraftfahrzeug-Bremsanlagen von Personenkraftwagen besteht heute aus hydraulischen Bremsanlagen. Der Fahrer des Kraftfahrzeugs betätigt das Bremspedal, wobei seinem Betätigungswunsch die Bremspedalkraft und der Bremspedalweg entsprechen. Durch den Bremskraftverstärker, in den meisten Fällen ein Vakuum-Bremskraftverstärker, wird die Betätigungskraft um ein Vielfaches verstärkt und im Hauptbremszylinder in einen hydraulischen Druck umgesetzt, der über Hydraulikleitungen an die radseitig angeordneten Radbremszylinder übertragen wird.

Seit einiger Zeit existieren Bremsanlagen, welche unabhängig vom Fahrerwunsch einen Bremseneingriff vornehmen, um beispielsweise ein Blockieren der Räder beim Bremsen oder ein Durchdrehen der Räder beim Anfahren zu vermeiden. Derartige Bremssysteme, beispielsweise Antiblockiersysteme, Bremsassistenten-Systeme, Antischlupfregelungssysteme u. dgl., erfordern fremdansteuerbare Bremskraftverstärker, durch welche ein aktiver Bremseneingriff ermöglicht wird.

Bei bekannten Kraftfahrzeug-Bremsanlagen existiert eine direkte Verbindung des Bremspedals über den Bremskraftverstärker und den Hauptbremszylinder zu den Radbremsen. Bei diesen Bremsanlagen hat der Fahrer daher gewissermaßen einen direkten, durch den Bremskraftverstärker verstärkten Kontakt zu den Radbremsen.

Als nachteilig kann hierbei crachtet werden, daß sich bei einem aktiven, das heißt vom Fahrer unabhängigen Bremseneingriff beispielsweise durch ein Antiblockiersystem oder einen sogenannten Bremsassistenten, welche unabhängig vom Fahrerwunsch einen Bremseneingriff vornehmen, das Bremspedal aufgrund dieser Verbindung mitbewegt. Dies kann beispielsweise dazu führen, daß der Fahrer ins Leere tritt, wenn er gleichzeitig zu einem solchen aktiven Bremseneingriff das Bremspedal betätigen möchte.

Um derartige Situationen zu beseitigen, wurden bereits aktive elektrohydraulische Bremsanlagen vorgeschlagen, bei welchen der Bremsdruck durch ein hydraulisches Stellglied zur Verfügung gestellt wird. Bei derartigen elektrohydraulischen Bremsanlagen ist eine Hydraulik vorgesehen, die sehr präzise arbeitende Ventile erfordert. Zusätzlich muß Hydraulikflüssigkeit im Fahrzeug vorgesehen sein, die nicht nur ein höheres Gewicht der Bremsanlagen sondern in vielen Fällen auch Leckageprobleme verursachen kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Kraftfahrzeug-Bremsanlage der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß diese bei einfacher und kostengünstiger Herstellung aktive, d. h. vom Fahrer unabhängige Bremseneingriffe auf technisch einfach zu realisierende Weise ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei einer Kraftfahrzeug-Bremsanlage der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß gelöst durch

wenigstens ein Sensormittel, durch welches der Betätigungsweg des Bremspedals erfaßbar ist,

eine Steuereinrichtung, durch welche der Bremskraftverstärker abhängig von dem durch das Sensormittel erfaßten Betätigungsweg und unabhängig von

der Betätigungskraft des Bremspedals ansteuerbar ist und

ein zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker angeordneter Pedalwegsimulator, durch welchen eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers simulierbar ist.

Durch die Erfassung des Betätigungswegs des Bremspedals durch das Sensormittel und die Ansteuerung des Bremskraftverstärkers durch die Steuereinrichtung abhängig von dem durch das Sensormittel erfaßten Betätigungsweg und unabhängig von der Betätigungskraft des Bremskraftverstärkers und durch den Pedalwegsimulator der zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker angeordnet ist, durch den eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers simulierbar ist, wird auf besonders vorteilhafte Weise praktisch eine Entkopplung des Bremspedals von dem Bremskraftverstärker erreicht. Dies ermöglicht auf sehr vorteilhafte Weise aktive Bremseneingriffe, ohne daß die Pedalstellung hierbei in irgendeiner Weise verändert wird. Durch den Pedalwegsimulator tritt beispielsweise der Fahrer des Kraftfahrzeugs nicht ins Leere, während aktive Bremseneingriffe durch die Steuereinrichtung vorgenommen werden, da eine auf das Bremspedal wirkende Rückstellkraft durch den Pedalwegsimulator simuliert wird.

Rein prinzipiell sind hinsichtlich der Ausbildung der Steuereinrichtung die unterschiedlichsten Ausführungsformen denkbar. Eine besonders vorteilhafte, da insbesondere auf technisch einfache Weise zu realisierende Ausführungsform sieht vor, daß die Steuereinrichtung ein elektrisches/elektronisches Steuerteil und ein von diesem ansteuerbares Druckregelventil umfaßt, durch welches die Arbeitskammer des Bremskraftverstärkers mit einer pneumatischen Druckversorgung verbunden ist. Durch dieses Steuerteil und das elektrisch ansteuerbare Druckregelventil wird nicht nur auf technisch einfach zu realisierende, sondern auch auf kostengünstige Weise eine aktive pneumatische Bremsanlage ermöglicht.

Vorteilhafterweise umfaßt der Pedalwegsimulator Feder- und Dämpferelemente, durch welche eine vorgegebene Pedalcharakteristik einstellbar ist. Auf diese Weise wird nämlich ermöglicht, daß praktisch jede beliebige Pedalcharakteristik unabhängig von den übrigen Teilen der Bremsanlage einstellbar ist.

Um insbesondere eine Notlauffunktion zu ermöglichen ist ferner vorzugsweise vorgesehen, daß der Pedalwegsimulator zur Ausbildung einer starren Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker abschaltbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Pedalwegsimulator einen Betätigungskolben und zwei unabhängig voneinander axial verschiebbliche Teile umfaßt, dessen einer Teil mit dem Bremskraftverstärker verbunden ist und dessen anderer Teil unter Zwischenschaltung der Feder und Dämpferelemente mit dem Bremspedal verbunden ist.

Durch die beiden unabhängig voneinander axial verschiebblichen Teile des Betätigungskolbens wird auf technisch einfach zu realisierende Weise eine Entkopplung des Bremspedals von dem Bremskraftverstärker erreicht.

Rein prinzipiell können die beiden Teile des Betätigungskolbens auf die unterschiedlichste Art und Weise angeordnet sein. So könnte beispielsweise eine konzentrische Anordnung vorgesehen sein.

Eine insbesondere hinsichtlich der Ausbildung einer starren Verbindung zwischen dem Bremspedal und dem Bremskraftverstärker sehr vorteilhafte Ausführungsform sieht vor,

daß die beiden Teile des Betätigungskolbens hintereinanderliegend angeordnet sind.

In diesem Falle müssen die beiden Teile zur Ausbildung der starren Verbindung zwischen den Bremspedalen und dem Bremskraftverstärker lediglich derart aneinandergeschoben werden, daß sie aneinander liegen.

Die Erfassung des Betätigungswegs des Bremspedals geschieht vorzugsweise durch einen Wegsensor und einen Bremslichtschalter, wobei der Wegsensor redundant und mit separater Stromversorgung ausgebildet ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 schematisch einen Schaltplan eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbremsanlage und

Fig. 2 schematisch eine teilweise geschnittene Darstellung eines Pedals, eines Pedalwegsimulators und eines Bremskraftverstärkers, die bei der in **Fig. 1** dargestellten erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbremsanlage vorgesehen sein können.

Eine Kraftfahrzeug-Bremsanlage, dargestellt in **Fig. 1**, umfaßt ein Bremspedal **10**, durch welche ein Bremskraftverstärker **20** fahrerwunschabhängig betätigbar ist. Der Bremskraftverstärker **20** ist auf an sich bekannte Weise mit einem Hauptbremszylinder (nicht dargestellt) verbunden. Ein Bremskraftverstärker **20**, wie er bei der in **Fig. 1** dargestellten Bremsanlage zum Einsatz kommen kann, geht beispielsweise aus der DE 44 18 584 C1 hervor, auf die vorliegend insoweit Bezug genommen wird.

Der Pedalweg des Bremspedals **10** wird durch einen Wegsensor **30** und einen Bremslichtschalter **32** erfaßt, deren Ausgangssignale einem elektrischen/elektronischen Steuerteil **40** zugeführt werden. Das elektrische/elektronische Steuerteil **40** steuert abhängig von dem Betätigungsweg des Bremspedals **10** aber unabhängig von dessen Betätigungskraft ein Druckregel- oder Proportionalventil **50** an, in dessen einer Stellung die Arbeitskammer des Bremskraftverstärkers **20** mit einer pneumatischen Druckversorgung **60** verbunden ist und in dessen anderer (in **Fig. 1** dargestellten) Stellung die Arbeitskammer des Bremskraftverstärkers über deren Entlüftungsleitung mit einem Trockner **70** und einem Schalldämpfer **72** mit der Atmosphäre verbunden ist.

Das Bremspedal **10** ist über dessen Bremspedalgestänge **11** nicht direkt mit dem Stößel des Hauptbremszylinders verbunden, sondern unter Zwischenschaltung eines Pedalwegsimulators **80**, der in **Fig. 1** nur schematisch dargestellt ist.

Der Pedalwegsimulator **80** umfaßt Feder- und Dämpferelemente **81**, durch die eine auf das Bremspedal **10** wirkende Rückstellkraft simulierbar ist.

Die Funktionsweise der in **Fig. 1** dargestellten Bremsanlage ist folgende: Der Fahrerwunsch, der sich in einer Betätigung des Bremspedals **10** äußert, wird durch Erfassen des Betätigungswegs **10** des Bremspedals über den Wegsensor **30** und den Bremslichtschalter **32** festgestellt. Abhängig von dem Betätigungsweg steuert das elektrische/elektronische Steuerteil **40** den Bremskraftverstärker **20** an, der auf an sich bekannte Weise mit dem (nicht dargestellten) Hauptbremszylinder verbunden ist, durch den seinerseits eine Betätigung der Radbremszylinder hervorgerufen wird.

Die auf das Bremspedal **10** wirkende Rückstellkraft oder Pedalkraft wird dabei durch den Pedalwegsimulator **80** unabhängig von der Betätigung des Bremskraftverstärkers **20** erzeugt. Dies hat den Vorteil, daß beispielsweise bei aktiven, d. h. fahrerunabhängigen und damit pedalstellungsunabhängigen Bremseingriffen immer eine definierte Rückstellkraft

an dem Bremspedal **10** anliegt, insbesondere auch dann, wenn die auf die Radbremszylinder wirkende Bremskraft größer ist als es der Pedalwegstellung des Bremspedals **10** entspricht. Auf diese Weise werden beispielsweise pulsierende Bremspedale **10**, wie sie bei Antiblockiersystemen auftreten können oder große Pedalwege, die zu einem "ins Leere treten" des Bremspedals führen, vollständig vermieden. Vielmehr nimmt der Fahrer des Kraftfahrzeugs überhaupt nicht wahr, wenn während eines von ihm veranlaßten Bremsvorgangs gleichzeitig auch ein aktiver Bremseneingriff von dem Steuerteil **40**, der zusammen mit dem Proportionalventil **50** eine Steuereinheit bildet, vorgenommen wird.

Neben dem Pedalweg und der Betätigung des Bremslichtschalters **32** können dem Steuerteil **40** auch noch weitere Eingangsgrößen, wie beispielsweise die Geschwindigkeit des Fahrzeugs oder andere Eingangsgrößen, die für einen aktiven Bremseneingriff erforderlich sind, zugeführt werden. Um eine optimale Regelung zu ermöglichen, steht an der pneumatischen Druckversorgung **60** ein Druck bis zu etwa 10 bar zur Verfügung.

In **Fig. 2** ist schematisch neben einem Ausführungsbeispiel eines Pedalwegsimulators **80** ein an sich bekannter Bremskraftverstärker **20**, wie er beispielsweise in der DE 44 18 584 C1 beschrieben ist, dargestellt. Dabei ist in **Fig. 2** oberhalb der Mittellinie **M** der nicht betätigte Zustand der Fahrzeugbremsanlage dargestellt, wohingegen unterhalb der Mittellinie **M** eine maximale Betätigung der Fahrzeug-Bremsanlage verdeutlicht ist.

Wie aus **Fig. 2** hervorgeht, ist das Bremspedal **10** über einen zweigeteilten Betätigungskolben **12a**, **12b** mit einem Stößel **21** des Hauptbremszylinders **20** verbunden. Bei einer Betätigung des Bremspedals **10** und einer damit verbundenen Wegänderung wird auf die oben beschriebene Weise über das Proportionalventil **50** unter Druck stehende Luft in den Druckraum des Hauptbremszylinders **20** eingelassen, wodurch sich der Kolben **22** des Hauptbremszylinders in Axialrichtung (in **Fig. 2** nach links) verschiebt. Dabei wird auch ein axialer Fortsatz **22a** des Kolbens **22** in Axialrichtung verschoben und bewegt sich hierdurch von einem auf dem zweigeteilten Kolben **12a**, **12b** verschieblichen mit einer Schräge versehenen Teil **83** des Pedalwegsimulators **80** weg. An diesem mit der Schräge versehenen Teil **83** liegt ein weiteres Teil **84** des Pedalwegsimulators an, welches eine Feder **81** lagert. Die Feder **81** und die beiden Teile **83**, **84** üben auf das Bremspedal **10** eine Rückstellkraft aus. Die Pedalcharakteristik wird durch die Federkraft der Feder **81** festgelegt. Es ist hervorzuheben, daß zusammen mit dem Kolben **22** auch der eine Teil **12b** des zweigeteilten Kolbens **12** in Axialrichtung (in **Fig. 2** nach links) verschoben wird, so daß eine Entkopplung zwischen den beiden Teilen **12a** und **12b** des Betätigungskolbens **12** entsteht. Das Bremspedal **10** ist dadurch von dem Stößel **21** des Hauptbremszylinders **20** entkoppelt und eine Rückstellkraft auf das Pedal **10** wird ausschließlich durch den Pedalwegsimulator **80** erzeugt. In dieser Stellung nimmt der Fahrer aktive und von ihm unabhängige Bremseneingriffe, die beispielsweise durch das Steuerteil **40** erzeugt werden, nicht wahr. Beispielsweise pulsiert das Bremspedal bei einem Antiblockiersystembetrieb nicht wie es bei herkömmlichen Bremsanlagen der Fall ist. Ferner wird hierdurch keine Mitführung des Bremspedals **10** hervorgerufen, so daß der Fahrer beispielsweise nicht "ins Leere tritt", wenn ein aktiver Bremseneingriff durch das Steuerteil **40** vorgenommen wird.

In Notfallsituationen läßt sich der Bremssimulator **80** hingegen dadurch ausschalten, daß bei einer vollständigen Betätigung des Bremspedals **10** eine Verbindung der beiden Teile **12a**, **12b** des Betätigungskolbens **12** hergestellt wird,

wodurch eine starre Verbindung zwischen dem Bremspedal 10 und dem Stößel 21 des Bremskraftverstärkers und damit dem Hauptbremszylinder realisiert wird. Es versteht sich, daß die axiale Länge der beiden Teile 12a, 12b des Betätigungs-
 zylinders so ausgelegt werden müssen, daß eine maximale Betätigung des Stößels 21 und damit des Hauptbrems-
 zylinders möglich ist.

Zusammenfassend dargestellt ist die Funktion der in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Bremsanlage folgende:
 Der Fahrerwunsch wird ausschließlich durch Erfassung des Pedalwegs 10 über den Wegsensor 30 und den Bremslichtschalter 32 erfaßt. Abhängig von diesem Fahrerwunsch wird durch das Steuerteil 40 und das Proportionalventil 50 der Hauptbremszylinder 20 betätigt. Die Rückstellkraft auf das Pedal 10 wird dabei ausschließlich durch den Pedalwegsimulator 80 erzeugt, was den großen Vorteil hat, daß aktive Bremsengriffe, die neben einer Betätigung des Bremspedals 10 durch den Fahrer durch das Steuerteil 40 vorgenommen werden, keinerlei Auswirkung auf das Bremspedal 10 haben, da dieses über den Pedalwegsimulator 80 von dem Stößel 21 des Bremskraftverstärkers und damit dem Hauptbremszylinder entkoppelt ist. Lediglich in Notfallsituationen wird eine starre Verbindung zwischen dem Bremspedal 10 und dem Stößel 21 und damit dem Hauptbremszylinder dadurch hergestellt, daß die beiden Teile 12a, 12b des zweigeteilten Betätigungszylinders nebeneinander zur Anlage kommen und unabhängig von einer pneumatischen Betätigung des Bremskraftverstärkers 20 und unabhängig vom Pedalwegsimulator die Betätigung des Hauptbremszylinders hervorzurufen gestatten.

ren Verbindung zwischen dem Bremspedal (10) und dem Bremskraftverstärker (20) abschaltbar ist.

5. Kraftfahrzeug-Bremsanlage nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Pedalwegsimulator (80) einen Betätigungskolben (12) mit zwei unabhängig voneinander axial verschieblichen Teilen (12a, 12b) umfaßt, dessen einer Teil (12b) mit dem Bremskraftverstärker (20) verbunden ist, und dessen anderer Teil unter Zwischenschaltung der Feder- und Dämpferelemente (80) mit dem Bremspedal (10) verbunden ist.

6. Kraftfahrzeug-Bremsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Teile (12a, 12b) des Betätigungskolbens (12) hintereinanderliegend angeordnet sind.

7. Kraftfahrzeug-Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensormittel einen Wegsensor (30) und/oder einen Bremslichtschalter (32) umfassen.

8. Kraftfahrzeug-Bremsanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegsensor (30) redundant und mit separater Stromversorgung ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug-Bremsanlage mit einem zwischen einem Bremspedal (10) und einem Hauptbremszylinder angeordneten Bremskraftverstärker (20), der fahrerwunschabhängig durch das Bremspedal (10) betätigbar ist, **gekennzeichnet durch**

- wenigstens ein Sensormittel (30, 32), durch welches der Betätigungsweg des Bremspedals (10) erfaßbar ist,
- eine Steuereinrichtung (40, 50), durch welche der Bremskraftverstärker (20) abhängig von dem durch das wenigstens eine Sensormittel (30, 32) erfaßten Betätigungsweg und unabhängig von der Betätigungskraft des Bremspedals (10) ansteuerbar ist, und

ein zwischen dem Bremspedal (10) und dem Bremskraftverstärker (20) angeordneter Pedalwegsimulator (80), durch welchen eine auf das Bremspedal (10) wirkende Rückstellkraft unabhängig von einer Betätigung des Bremskraftverstärkers (20) simulierbar ist.

2. Kraftfahrzeug-Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (40, 50) ein elektrisches/elektronisches Steuerteil (40) und ein von diesem ansteuerbares Druckregelventil (50) umfaßt, durch welches die Arbeitskammer des Bremskraftverstärkers (20) mit einer pneumatischen Druckversorgung (60) verbindbar ist.

3. Kraftfahrzeug-Bremsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Pedalwegsimulator (80) Feder- und Dämpferelemente (81) aufweist, durch welche eine vorgegebene Pedalcharakteristik einstellbar ist.

4. Kraftfahrzeug-Bremsanlage nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Pedalwegsimulator (80) zur Ausbildung einer star-

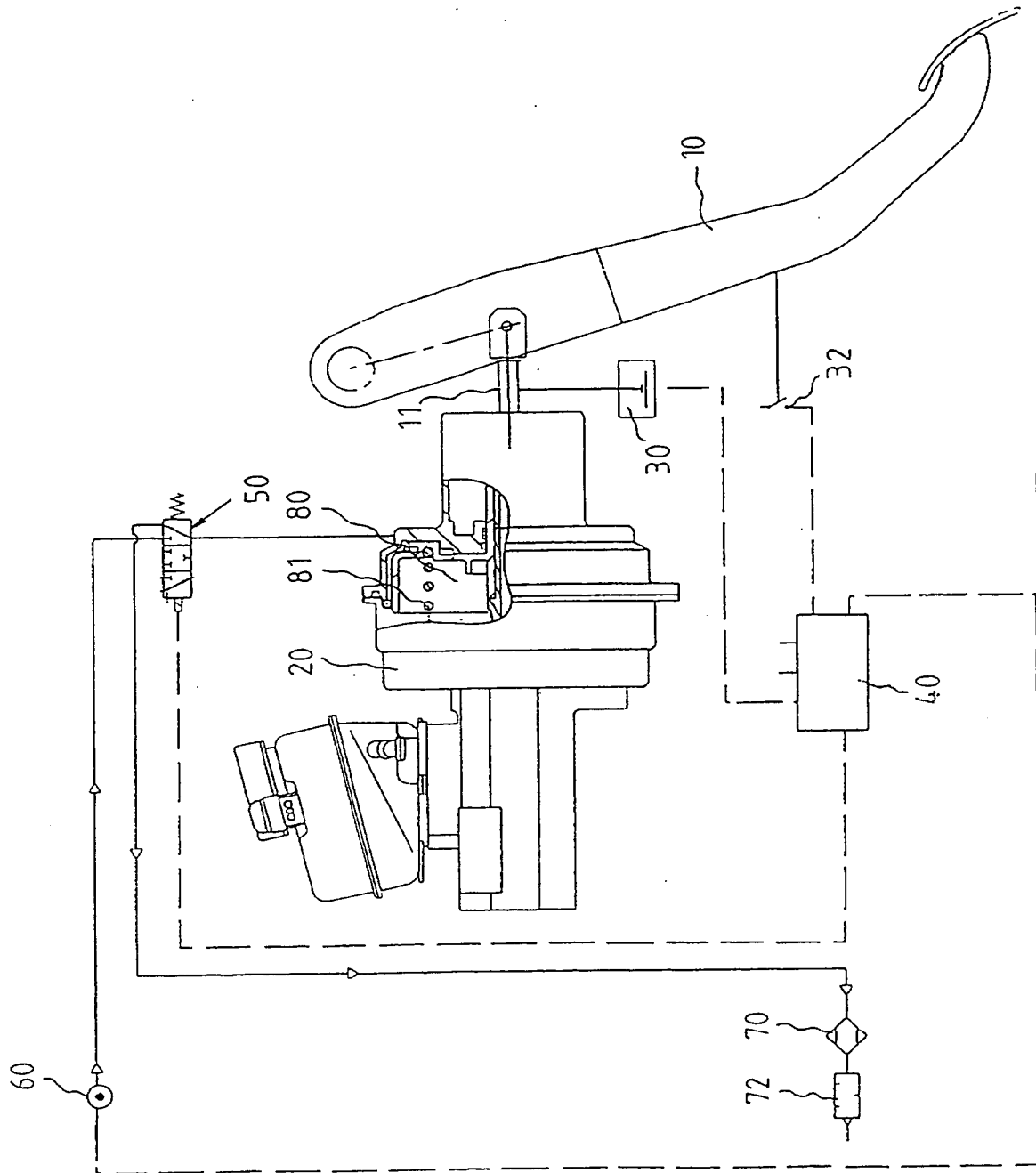
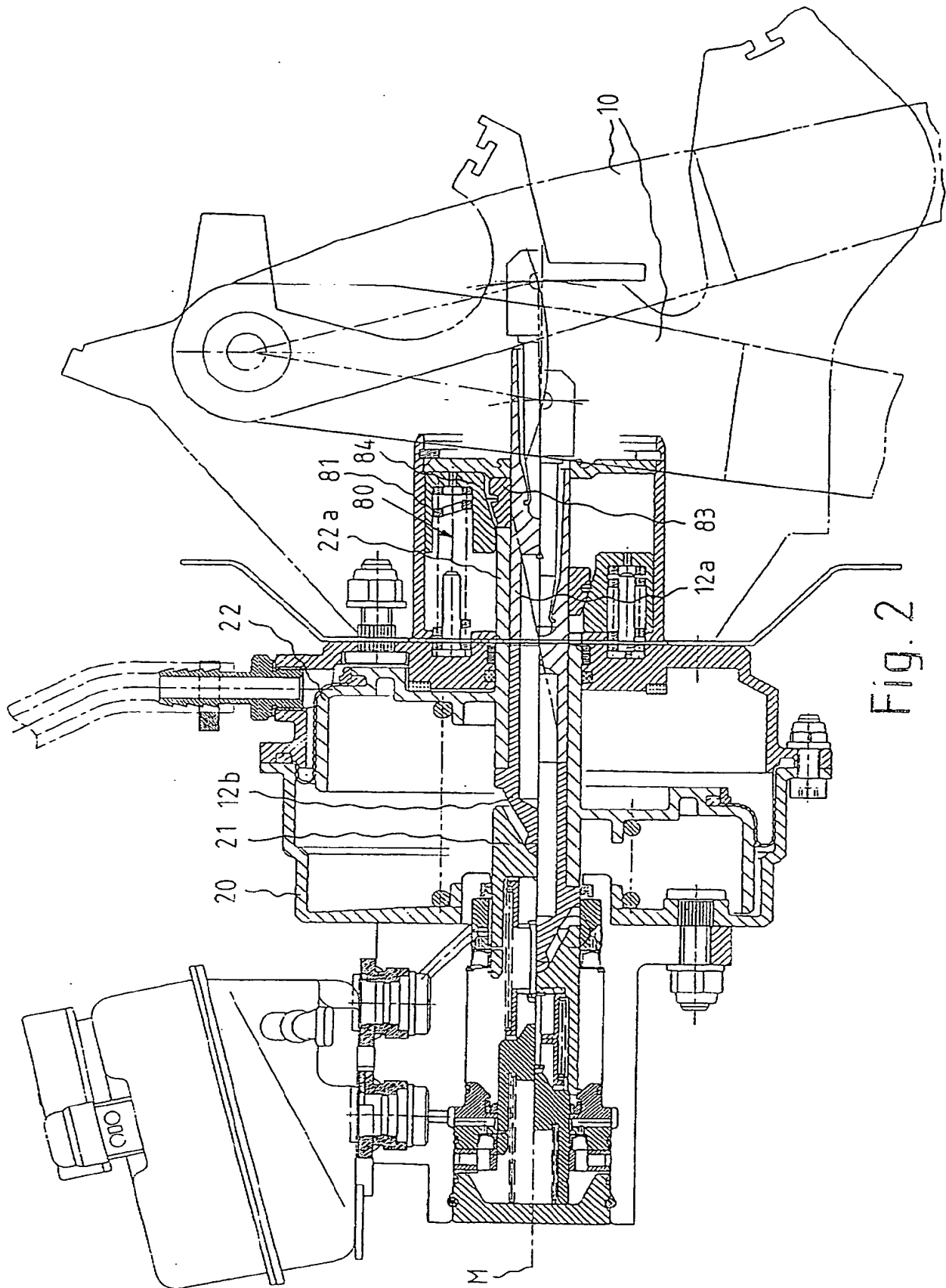


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)